يستنتج من مدى تطورها فى شكل هرتز سبرنج- رسل . فبعد أن تتكون النجوم من مادة بين النجوم وبعد أن يبدأ إنبعاث الطاقة من التفاعلات النووية تكون النجوم قد بلغت مكانها على التابع الرئيسى فى شكل هرتز سبرنج- رسل والتى تقضى عليه أطول فترات عمرها . وتأخذ النجوم ذوات الكتل الكبيرة أعلى لمعان وأعلى درجات حرارة عند سطحها أى أنها توجد فى التابع الرئيسى عند الركن الأعلى ناحية اليسار فى نطاق نجوم النوع الطيفى المتقدم O ، B ، بينما توجد النجوم صغيرة الكتلة فى منطقة نجوم النوع الطيفى K ، M . وبعد أن يحترق الهيدروجين بدرجة كبيرة فى داخل النجم فى أثناء عملية إنتاج الطاقة ، بحيث تتكون نواة خالية من الهيدروجين تماماً ، يحدث تغيير فى حالة التركيب الطبيعى للنجم تؤدى إلى تجول النجم ناحية منطقة العمالقة الحمر فى شكل هرتز سبرنج- رسل (تطور النجوم) . ولما كانت سرعة هذا التطور تعتمد على كتلة النجم فإن النجوم ذوات السطوح الأسخن تترك التابع الرئيسى مبكراً . وبمرور الوقت تتجول كذلك تباعاً النجوم الأبرد فالأكثر برودة . ويمكن حساب الفترة الزمنية المنقضية منذ نشأة النجم حتى يترك التابع الرئيسى . وعلى ذلك فإنه من الممكن حساب عمر الحشد النجمى ، الذى نشأت نجومه فى نفس الوقت وذلك من تحديد النوع الطيفى للنجوم التى تركت التابع الرئيسى بالكاد . ويمكن تحديد النوع الطيفى لتلك النجوم برسم شكل بين دلون واللمعان . وقد أدرجت الأعمار التى حُصل عليها لبعض ← الحشود المفتوحة (أنظر الشكل فى ← الحشود المفتوحة) ، وتقدر أعمار الحشود المختلفة بهذه الطريقة بين ٢ إلى ٣ مليون سنة و ٥ إلى ٦ بليون سنة وإتضح من ذلك أيضاً أن نجوم الجمهرة الأولى تنتمى إلى نجوم الحشود المفتوحة مثل النجوم ذوات النوع الطيفى المتقدم ولكنها عموماً أصغر بكثير من نجوم الجمهرة الثانية مثل نجوم الحشود الكروية التى تعطى أعمار تبلغ ١٠ إلى ١٢ بليون سنة .

ويمكن الحصول على أعمار لمعظم الحشود النجمية بطريقة أسهل وذلك بمعونة دورات نجوم دلتا قيفاوى الموجودة بها . فمن نظرية تطور النجوم توجد علاقة بين عمر ودورة نجوم دلتا قيفاوى . فإذا ما حددنا دورة نجم من هذه النجوم بواسطة الأرصاد فإننا نحصل على عمره وبالتالى عمر الحشد الذى ينتمى إليه النجم .

(٦) وهناك إمكانية أخرى لتحديد أعمار الحشود النجمية من دراسة الحركة فى داخل حشد منها . ويتحدد التطور فى هذا المجال من خلال عاملين يؤديان إلى تغيير فى طاقة حركة الحشد الداخلية ، أى مجموع طاقات الحركة الناتجة من تحرك النجوم حول مركز الثقل فى ذلك الحشد . ويمكن أن تزداد طاقة الحركة الداخلية للحشد نتيجة لمرور نجم خارجى قريباً منه ، أو ما هو أكثر تأثيراً ، مرور سحابة غازية أمامه . تؤدى هذه الزيادة إلى كبر نصف قطر الحشد وصغر الكثافة . وبكثرة تكرار هذه العملية يتشتت الحشد كله . ويمكن أن تنقص طاقة الحركة الداخلية للحشد نتيجة مرور نجوم أمام أخرى فى نفس الحشد فتكتسب طاقة حركة أعلى من متوسط طاقة الحركة فى الحشد ويمكنها ذلك من ترك الحشد مستمدة طاقتها الحركية منه . وبهذا يقل نصف قطر الحشد وتزداد كثافته وكذلك تزداد إحتمالات مرور نجم أمام آخر . بهذه الطريقة يتداخل الحشد تدريجياً فى بعضه إلى أن يبقى النهاية نجم متعدد أو مزدوج . وهذا النوع من إنحلال الحشد يحدث فقط فى الحشود النجومية التى كان لها عند تكوينها نصف قطر صغير نسبياً حوالى ٢ بارسك . والإنحلال نتيجة قوى خارجية يكون فى غاية التأثير للحشود الواسعة ذات الكثافات الصغيرة . ومن الكثافة الحالية للحشد يمكننا حساب الزمن الذى تناثرت بعده نجوم الحشد فى داخل المجال النجمى العام . وبالنسبة لحشد ذو كثافة أولية تقدر بكتلة شمس واحدة فى البارسك المكعب نحصل على عمر حوالى ٢٠٠ مليون سنة . وهذا العمر القصير نسبياً يوضح لنا ندرة الحشود المفتوحة التى يزيد عمرها عن بليون سنة ؛ ومن الممكن أن تكون الحشود الكروية

نتيجة لكثافتها العالية ذات عمر أطول بكثير : وحشد كروى نشأ مع سكة التبانة مؤكد أنه لم يتبعثر حتى الآن .

(٧) إذا فسرنا زحزحة خطوط طيف المجرات الخارجية ناحية الأحمر على أنها راجعة لظاهرة دوبلر فإن هذه المجرات تبعد عن مجرتنا (← ظاهرة هبل) . ومن نتائج الأرصاد يتضح أن سرعة الابتعاد تزداد بزيادة البعد اعنا . وفى حدود دقة هذه الأرصاد يتضح لنا أن هذه السرعة ثابتة مع الزمن . وبهذا يمكن حساب اللحظة التى بدأ عندها التمدد . وينتج من ذلك فيما تراوح بين ١٠ ، ٢٠ بليون سنة نتيجة عدم دقة الأرصاد . يعرف هذا الزمن «بعمر الكون» . ونفهم تحت عمر الكون أنه بفرض التمدد المنتظم فإن الكون بدأ يشابه حالته الحالية بعد هذا الزمن . ويمكن الحصول على معلوماتنا عن حالة الكون قبل ذلك تحت فروض كثيرة لم يمكن التأكد من صحتها بالمشاهدة (← الكسمولوجى) . وتطابق عمر الكون مع أعمار أقدم الأجسام فيه شىء لا يجب إغفاله .

تحديد ألوان النجوم

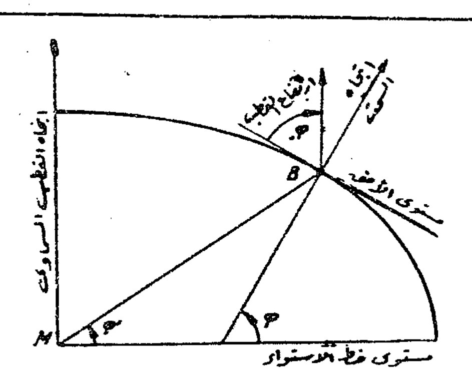
colorimetry
coloromitrie *(sf)*
Farbmessung *(sf)*, **Kolorimetrie** *(sf)*

← ألوان النجوم .

التحديد الجغرافى للمكان

geographic place determination
détermination de place geographique *(sf)*
geographishe Ortsbestimmung *(sf)*

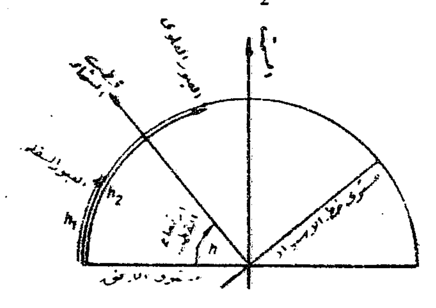
هو عبارة عن تحديد الإحداثيات الكروية لمكان ما على سطح الأرض ، أى تحديد خط طوله وعرضه . يرتكز تحديد قيم خطوط الطول والعرض على قياسات فلكية ، وبواسطتها فقط وليس بواسطة القياسات المساحية الصرفة نستطيع تحديد أماكن كل من القطب وخط الإستواء الجغرافيين ، وهما الأساس فى الإحداثيات الجغرافية الطبيعية . وبمعرفة إحداثيات مجموعة من النقط على سطح الأرض يمكن تحديد



(١) العرض الجغرافي φ والعرض المركزى φ' لمكان رصد B حيث M مركز الأرض .

إحداثيات مواقع أخرى فى نفس هذا النظام . ويتطلب ذلك فقط قياس فرق إحداثيات الموقع المراد عن المكان المعروف إحداثياته . وإجراء هذا العمل من إختصاص المساحة .

(١) تعيين العرض الجغرافى : إن خط عرض مكان مشاهدة ما هو عبارة عن الزاوية بين إتجاه قوة التثاقل عند المكان ومستوى خط الاستواء ، (← الإحداثيات) . وتختلف هذه الزاوية عن العرض المركزى الأرضى ، أى الزاوية بين مستوى خط الإستواء والخط الواصل بين المكان ومركز الأرض . والعرض الجغرافى هو عبارة أيضا عن إرتفاع القطب عند مكان الراصد أى عبارة عن البعد الزاوى للقطب عن الأفق . من ذلك تنتج إمكانيات تحديد بسيطة . وحيث أن مسافة نجم القطب تظل ثابتة ، فإننا نحصل على إرتفاع القطب h كمتوسط حسابى من الإرتفاع h_2 لنجم خسان عند عبوره



(٢) تعين الإرتفاع h للقطب من إرتفاعى نجم حسان : h_1 أثناء عبوره السفلى ، h_2 أثناء عبوره العلوى حيث

$$h = \frac{1}{2} \cdot (h_1 + h_2)$$

العلوى والإرتفاع h_1 عند العبور السفلى. ولا يتطلب ذلك ضرورة معرفة إحداثيات النجم الحسان. كما يمكن الحصول على إرتفاع القطب بتحديد مكان القطب عن طريق تحديد الزاوية السمتية والإرتفاع. وتقدر مسافة نجم القطبية عن قطب السماء بحوالى ١ فقط ، أى أن القطبية تصنع دائرة صغيرة حول القطب فى حركتها اليومية. وعلى ذلك فإن إرتفاع نجم القطبية يعطى قيمة تقريبية جيدة لإرتفاع القطب وبالتالى للعرض الجغرافى المكان. ويلزم تصحيح هذه القيمة المقربة إذا أردنا التحديد الدقيق للمكان. وعناصر التصحيح التى تعتمد على المسافة السمتية والزاوية الساعية للقطبية وقت الرصد مدونة بالكتب والحوليات الفلكية.

إن العرض الجغرافى يساوى أيضا ميل سمت الرأس. ولو عرفنا ميل نجم ما أى المسافة الزاوية بينه وبين الإستواء السماوى وقمنا بقياس بعده السمتى أثناء عبوره لخط الزوال فإن مجمو ميل النجم وبعده السمتى أثناء العبور العلوى ، أو ما يكمل هذا المجموع إلى ١٨٠ أثناء العبور السفلى هو عبارة عن ميل السمت ، أى العرض الجغرافى للمكان ، الأمر الذى يتضح بحل المثلث الفلكى. وهذا يتطلب معرفة الزمن النجمى وقت الرصد. ويتم الحصول على أدق القيم باستخدام مناظير الزوال ، التى يقاس بها ميل سمت الرأس عن طريق رصد نجمين لهما نفس المسافة السمتية تقريبا. ويتم حساب العرض الجغرافى من نصف مجموع ميل النجمين مطروحا منه مقدار نصف فرق المسافات السمتية. وتعتمد هذه الطريقة على إمكانية قياس فرق المسافات السمتية بدقة بواسطة ميكروميتر خيطى على منظار الزوال. وتستعمل فى هذا الرصد نجوما معروف إحداثياتها بدقة قبل ذلك أو فى الغالب النجوم الأساسية. وفى كل القياسات الدقيقة للمواقع لابد من تدارك المؤثرات التى تعمل على تغيير المكان الحقيقى للنجم.

(٢) تعيين الطول الجغرافى : الطول الجغرافى لمكان ما هو عبارة عن الزاوية بين خط زوال المكان وبين دائرة كبرى تمر بالقطب وتتخذ كأساس لتحديد خطوط الطول. وكل النقط على الأرض ، والتى لها نفس الطول الجغرافى تقع على نفس الدائرة الكبرى ولها بذلك نفس الوقت المحلى. بهذا يمكن تحديد فروق الطول عن طريق الفروق فى الأزمنة المحلية. وفارق طول مقداره ١٥° يقابله ساعة فى فرق الزمن ، حيث أن الأرض تُنهى دورة كاملة أى ٣٦٠° فى ٢٤ ساعة بالنسبة لنقطة ثابتة فى الفضاء ، أو نجم ثابت أو الشمس المتوسطة. يمكن إجراء المقارنة الزمنية بواسطة ساعة دقيقة ، كرونومتر ، يوضع فى مكان ما وتحدد الزمن المحلى ، على سبيل المثال زمن عبور الشمس لخط الزوال. وبنقل الكرونومتر إلى مكان آخر تحدد هناك أيضا زمن عبور الشمس لخط الزوال فى المكان الجديد. وفرق الزمن يناظر الفرق فى الطول الجغرافى. وبدون نقل الكرونومتر يمكن إجراء نفس العمل إذا تم رصد الوقت المحلى لحدث معين فى المكانين. وقد إستعمل فى ذلك قديما خسوف القمر ، وإختفاء النجوم خلف القمر وأيضا ظاهرة البرق وفى التحديدات الحديثة والدقيقة لخطوط الطول تستعمل الإشارات الراديوية ، التى تزيد جدا من الدقة.

إن دقة تعين الأماكن بواسطة الارصاد الفلكية جيدة وعن طريقها يمكن تعين العرض الجغرافى لمكان ما بدقة تصل إلى ± ٠٠٢ر٠" وهو ما يقابل ± ٦٠ سم وكذلك تعين الطول الجغرافى إلى ± ٠٠٨ر٠ ث ، وهو ما يقابل + ٢ م.

التحرر

libration
libration *(sf)*
Libration *(sf)*

هو دوران بسيط يحدث فى قرص القمر بالنسبة لوضعه المتوسط ، ويتسبب فى رؤيتنا لأكثر من نصف

سطحه . ويظهر التحرر كما لو كان عدم إنتظام فى سير القمر فى مداره (← حركة القمر) . والتحرر مكون من ثلاثة أجزاء :

(١) التحرر فى الطول :

وينشا نتيجة لعدم إنتظام حركة القمر فى مداره ؛ حيث يسرع عند مروره بالحضيض . أى أقرب نقطة من الأرض . عنه عند الأوج . أبعد نقطة عن الأرض . وتتغير السرعة الزاوية بما يناظر ذلك . ولما كان الدوران دائما منتظم السرعة فإن السرعة الزاوية . الناتجه من السير فى المدار ومن الدوران . ليست دائما متساوية ؛ ففى الحضيض تتغلب الحركة المدارية أما فى الأوج فيتغلب الدوران . ويبدو لذلك قرص القمر وقد دار فى الطول بزاوية تبلغ فى ذروتها ٧ر٩° ونرى بسبب ذلك قليلا فوق مجال الرؤية المتوسطة ناحية الشرق والغرب .

(٢) التحرر فى العرض

وينشأ لأن محور دوران القمر ليس عموديا تماما على مستوى المدار ، وإلا كان قطب القمر بالضبط على حافة القرص المرئى . ويتسبب هذا فى رؤيتنا لأجزاء زائده مرة عند القطب الشمالى ومره عند القطب الجنوبى .

(٣) التحرر اليومى أو تحرر إختلاف المنظر

وينشأ من زوايا الرؤية المختلفة التى يرى بها القمر من أماكن مختلفة على سطح الأرض (أى بسبب إختلاف المنظر الكبير للقمر) . وتتغير زاوية الرؤية أثناء اليوم لمشاهد فى نفس مكان الرصد ، حيث يقربه دوران الأرض السريع إلى القمر .

ومجموع التحررات تتسبب فى رؤيتنا لحوالى ٥٩٪ من مساحة القمر السطحية .

التحليل

dispersion
dispersion *(sf)*
Dispersion *(sf)*

(١) ظهور ضوء الموجات المختلفة بصور مختلفة الإنكسار .

(٢) مقياس لدرجة تفريق الموجات المختلفة بواسطة ← منظار .

التحليل الطيفى

Spectroanalysis
analyse spectrale *(sf)*
Spektralanalyse *(sf)*

هو تحديد التركيب الكيماوى الغير معروف لمادة ما بواسطة ← طيف ما ينبعث منها أو ما يمر فيها من ضوء . وهذا ممكن من ناحية المبدأ ، إذ أنه لذرات عنصر ما فإن إشعاع وإمتصاص خطوط طيفية محدده تمثل إحدى خصائص هذه الذرات . ويحتل التحليل الطيفى لما يأتى من ضوء الأجرام السماوية منزلة كبيرة فى الفيزياء الفلكية . كما أن تحليل طيف النجوم هو إحدى المهام الخاصة لنظرية ← الغلاف الجوى النجمى .

يتم **التحليل الطيفى الكيفى** أولا عن طريق التعرف على الخطوط الطيفية . لهذا الغرض يتم مقارنة أطوال الموجات بالأطياف الأرضية المعروفة أو بالحسابات النظرية للتركيب الذرى المعروف ومن هنا تحديد للعنصر المتسبب فى نشأة الخط الطيفى . وفى الغالب فإننا نريد إستنتاج شيوع العناصر المختلفة . **والتحليل الطيفى الكمى** أصعب كثيرا ، حيث أنه يتطلب دراسات عن الطيف المستمر وشدة الخطوط وأشكالها .

تكمن الصعوبة الأساسية لكل تحليل طيفى فى أن ظهور وشدة الخط الطيفى لا تعتمدان فقط على شيوع العنصر المقصود ، وإنما بالإضافة إلى ذلك على الحالة الفيزيائية للماده المشعة أو المتسببه فى الإمتصاص ، أى على كل من درجة حرارتها وضغطها . وعلى سبيل المثال فإننا نرى من بين الخطوط التى تمتصها ذرات الهيدروجين تلك الخطوط التى تنتمى إلى سلسلة بالمر فى النطاق البصرى الذى يمكننا مشاهدته . وهذه الخطوط تمتصها فقط ذرات الهيدروجين التى يكون فيها الإليكترون مثارا على المستوى الثانى من الطاقة . وتلك الإثارة توجد فى جزء قليل فقط من ذرات هيدروجين ما بين النجوم ، لأن درجة الحرارة فى هذه

الأماكن منخفضة لدرجة تبقى على معظم ذرات الهيدروجين فى حالة الخمود (الإستقرار) ، أى لا توجد ذرات كافية تمتص خطوط بالمر ، على الرغم من كثرة شيوع الهيدروجين عن العناصر الأخرى . من هنا لا تظهر أى خطوط إمتصاص للهيدروجين البين نجمى المتعادل . علاوة على ذلك فإننا نشاهد فى الغالب الخطوط فقط من مستوى أو مستويين للتأين فى عنصر ما . ولتحديد الشيوع الكلى لابد من حساب درجة التأين ، أى توزيع الذرات على مراتب التأين . وتعتمد شدة ← الإثارة و ← التأين على درجة الحرارة والكثافة . ومن جهة أخرى فإنه يمكن فقط حساب الحالة الفيزيائية إذا عرفنا التركيب الكيماوى . من هنا يبدو واضحا أن التحليل الطيفى للأجسام السماوية مهمة معقده جدا .

التداخل (الحيود)

interference
interférence *(sf)*
Beugung *(sf)*, **Interferenz** *(sf)*

هو إختلاف إتجاه موجات الضوء عن الإتجاه الخطى عندما تقابلها عوائق . فإذا ما تقابل الضوء مع شرخ فإننا نجد خلفه ضوء كذلك ولو أن من المفروض وجود ظل فى هذا المكان بفرض حركة الضوء خطيه تماما . ومجموعة من الشروخ الضيقة تمثل ما يسمى **بمحزوز التداخل** الذى يستخدم فى المطياف لإنتاج الطيف . ومثل هذا الجهاز يستغل تداخل الضوء عند هذه الحزوز . ويحد التداخل على حواف عدسات التجمع أو العدسات الأخرى من قدرة تحليل ← المنظار . فتبعا للطريق الهندسى للشعاع كان من المفروض أن تتجمع الأشعة المتوازية فى نقطة واحدة من عدسة خالية العيوب . لكن نتيجة لحافة العدسة فإن نقطة تجمع الضوء تنقلب إلى قرص تداخل يظهر فيه حلقات فاتحة وقاتمة متتابعة

تراب ما بين الكواكب

interplanetary grains
grains interplanétaires *(pm)*
interplanetarer Staub *(sm)*

← غبار ما بين الكواكب ، ← مادة ما بين الكواكب .

تراب ما بين النجوم

interstellar grains
grains interstellaires *(pm)*
interstellarer Staub *(sm)*

← غبار ما بين النجوم ، ← مادة ما بين النجوم .

تراجعى الحركة

retrograde
rétrograde
rücklaufig

← يمينى الحركة .

ترانس بلوتو

trans - plutonian planet
planète trans - plutonienne *(sf)*
Transpluto *(sm)*

كوكب مزعوم لم يكتشف هو ← ما وراء بلوتو .

التربيع

quadrature, half moon quarter
quadrature *(sf)*, **quartier** *(sm)* **demi lune** *(sf)*
Dichotomie *(sf)*, **Halbmond** *(sm)*,
Geviertschein *(sm)*

← أوجه القمر ، ← الأوضاع النسبيه للأرض والشمس والكواكب . ولا يحدث التربيع بالنسبة للزهرة فى وقت توقعه أى عندما تعمل الزهره مع الشمس زاوية قائمة عند الأرض ، بل مبكرا عن ذلك وبالتحديد عندما تكون الزهرة كنجم مسائى يبدأ فى الإنخفاض ثم بعد ذلك كنجم صباحى آخذ فى الإرتفاع . ويرجع السبب فى ذلك إلى أنه بجوار الحد الضوئى فإن ضوء الشمس يسقط بزاوية منخفضة جدا على سطح الكوكب وبذلك تظهر هذه المناطق قاتمة لدرجة أنها لا ترى بالعين .

الترس

Scutum, Sct *(L)*
scutum
écu de sobiesky *(sm)*
Schild *(sm)*, **Sobieskischer Schild** *(sm)*

كوكبة صغيره عند خط الإستواء وترى فى ليالى الصيف . وخلال الكوكبه تمر سكة التبانه ، التى ترى

كسحابة لامعه من النجوم . سحابة الترس . وفى كوكبه الترس التى تسمى أيضا بالدرع يوجد عديد من الحشود النجمية

تركيب

mounting
monture *(sf)*
Montierung *(sf)*, **Aufstellung** *(sf)*

هى عملية إقامة أو تشييد ← منظار .

تركيب الأجهزه

mounting of the instruments
monture des instruments *(sf)*
Montierung der Instrumente *(sf)*

... والمناظير (← المنظار) و ← أجهزة القياس الزاويه .

التركيب الأنجليزى

english mounting
monture anglaise *(sf)*
englische Montierung *(sf)*

نوع من تركيب المناظير (← المنظار) .

التركيب الداخلى للنجوم (تركيب النجوم)

stellar structure
structure des étoiles *(sf)*
Sternaufbau *(sm)*

النجوم عباره عن كرات غازية تمسك بالكتله الكبيرة من المادة المندمجة فيها وذلك بفعل قبضة جاذبيتها الذاتية كما أنها تشع كميات هائلة من الطاقة فى الفضاء . وفى نجم ما فإننا نميز بين منطقتين أساسيتين : الطبقة الخارجية المرئية وما تحتها من داخل النجم . وتبعث الطبقة الخارجية فقط من النجم ، **الغلاف النجمى** ، مباشرة فى الفضاء بالضوء الذى يمكن رصده ودراسته . من ذلك يمكن إستخلاص النتائج عن الخواص الفيزيائية والكيمائية للغلاف النجمى (← الغلاف النجمى) . وبالمقارنة بالنجم كله نجد أن الغلاف النجمى صغير جدا كما يوجد فيه أيضا جزء صغير من كتلة النجم الكلية . (يحتوى الغلاف الجوى للشمس حوالى جزء من عشرة بلايين جزء من كتلة الشمس فقط !) وبهذا فكل الكتلة تقريبا متجمعة فى داخل النجم .

وهذا غير منفذ فهو لا يدع أى شعاع يمر إلى الخارج . وهناك فقط أفكار نظرية عن بناء داخل النجوم ، أى على وجه الخصوص عن كيفية توزيع درجة الحرارة والكثافة والتركيب الكيماوى من مركز النجم حتى سطحه . ويتم جمع هذه المعلومات فى النماذج النجومية ، التى تمثل مجموع معلوماتنا عن البناء الداخلى لنجوم محدده . ويمكن عن طريق المقارنة بالأرصاد إختبار مدى صحة هذه التأملات النظرية . وقد إتضح أن نتائج هذه المقارنة إيجابية . وفيما يلى نوجز الأفكار التى تستند عليها نظرية تركيب النجوم .

التعادل الميكانيكى : فى غالبية النجوم لم تتغير ← **الأبعاد الطبيعية** كثيرا منذ بداية قياسها . والفترة المنقضية عبارة عن وقت قصير بالنسبة لعمر نجم ما . ويتضح من الدراسات الجيولوجيه أن الشمس كانت تشع بنفس القوة الإشعاعية تقريبا منذ حوالى بليون سنه ، فقد أكتشفت أصداف ديدان كانت حية قبل بليون سنه ، والتى كان يمكن أن تعيش فقط فى درجات مشابهة لدرجات حرارة الأرض الآن . ودرجة حرارة الأرض تعتمد على الطاقة الإشعاعية القادمة من الشمس . وإذ ما كانت **الأبعاد الطبيعيه** لأى نجم ثابته لفترة طويلة فإن ذلك ينطبق أيضا بالنسبة لتركيبه الداخلى ، والذى تعتمد عليه أبعاد النجم . إن مثل هذا النجم لابد أن يكون فى جميع أجزاءه فى حالة تعادل وإلا عملت القوى الغير متعادلة على تغيير النجم بسرعة . (وبصرف النظر عن النجوم الناشئة حديثا وعن تلك التى توجد فى مناطق سريعة التغير فى مجرى تطورها . ففى هذه النجوم يتغير التركيب بسرعة نسبيا ويحدث إختلاف عن التعادل الميكانيكى) .

يتطلب التعادل الميكانيكى أن تكون فى كل مكان من النجم كل القوى متعادلة . وللتبسيط فإننا نفترض أن النجم لا يدور وأنه لا يمتلك مجال مغناطيسى وليس له توابع . بعد ذلك تبقى قوى الضغط وجذب الكتلة . يحاول الضغط إبعاد غاز النجم عن بعضه ،